Recomendaciones para la realización de la Documentación del Proyecto de Fin de Carrera

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos

INDICE

1. Introducción.
2. Documentación del Proyecto de Fin de Carrera.
   2.1. Solicitud del Proyecto de Fin de Carrera.
   2.2. Memoria del Proyecto.
   2.3. Documentación en CDROM.
3. Presentación y Defensa.
4. Bibliografía
5. Anexos.

1. Introducción

Los estudios conducentes a las titulaciones de *Ingeniero Técnico en Informática de Gestión*, *Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas* e *Ingeniero en Informática* tienen como objetivo la adquisición por parte del alumno de un conjunto de aptitudes enfocadas a capacitarlo técnicamente para afrontar el ejercicio de su profesión con las garantías que requiere la sociedad. Los planes de estudio se establecen para guiar al alumno a través del proceso necesario para alcanzar dicho objetivo de una forma adecuada de manera que obtenga, además, la confianza social y el reconocimiento como profesional propios de la formación universitaria. Este proceso requiere el conocimiento de un corpus teórico y el manejo de un conjunto de técnicas específicas del ámbito de conocimientos que caracteriza a la Informática. Entre otras, el alumno debe adquirir la habilidad para diseñar, implementar y evaluar la calidad de herramientas computacionales, para lo cual se estima como una ayuda inestimable la realización de un proyecto que culmine los estudios del alumno.

El establecimiento de un *Proyecto de Fin de Carrera* (PFC, en adelante) asume esta función y se fundamenta en la justificación que se ha dado para dicha necesidad formativa, así como la norma habitual en las Ingenierías. Su carácter es obligatorio para la obtención del título de *Ingeniero Técnico en Informática de Gestión*, *Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas* e *Ingeniero en Informática* y supone una carga lectiva de **6 créditos** como se define en los correspondientes Planes de Estudios. Estos Planes de Estudio estipulan que el PFC se podrá defender una vez que se hayan superado todas las asignaturas de la carrera con excepción del propio proyecto.

En lo referente a su definición, se trata de un trabajo individual cuya realización y posterior defensa deben probar que el alumno es capaz de manejar y aplicar los conocimientos adquiridos de forma rigurosa y metódica, valorar y elegir las herramientas necesarias para llevar a cabo el desarrollo que implique la realización de su proyecto y mostrar la habilidad técnica y creativa propias de un profesional de la Informática. La certificación del cumplimiento de estas condiciones por parte de cada alumno que haya de defenderlo será misión de un Tribunal Evaluador designado a tal efecto por la Dirección de la Escuela Superior de Ingeniería que actúe como supervisor del proyecto del alumno.

El presente documento ofrece una serie de recomendaciones y consejos prácticos al alumno sobre la elaboración de la Documentación del Proyecto y sobre la Presentación y Defensa del mismo.

2. Documentación del Proyecto de Fin de Carrera

El PFC ha de documentarse mediante una memoria por escrito que deberá contener, al menos, los apartados y aspectos que se indican en el apartado *2.2 Memoria del Proyecto*.

En el caso de que el proyecto precise la inclusión de listados de programas, deberán adjuntarse los mismos sobre un soporte informático adecuado (véase el apartado 2.3 Documentación en CDROM), así como las instrucciones y procedimientos necesarios para su instalación, ejecución y comprobación.

2.1. Solicitud del Proyecto Fin de Carrera

El alumno que quiera realizar un PFC, solicitará la aceptación del mismo presentando en la Secretaría de Dirección de la Escuela Superior de Ingeniería la Solicitud del PFC según el formato del anexo A.1, para lo cual el alumno deberá contactar con su director para acordar el título y el contenido de su PFC.

El título del PFC deberá ser indicativo del contenido del mismo, si bien habrá de evitarse que su longitud sea innecesariamente extensa. A este respecto, el alumno ha de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Habrá de ser suficientemente *descriptivo*, lo que implica huir de simplificaciones excesivas que tienden a una generalidad que no llega a cumplir con la función del título. Siempre es admisible subtitular con una frase corta pero explicativa si se quiere mantener un título inicial que requiera de información complementaria para su comprensión.

- No debe abusarse de la utilización de las *siglas* que pueden crear confusión sobre el objetivo principal del Proyecto. En caso de usarse, se recomienda que no se haga en el título salvo que sea imprescindible, sino que se introduzcan en el cuerpo de la memoria previa explicación de su significado.

2.2. Memoria del Proyecto

El PFC ha de documentarse mediante una memoria por escrito (MPFC, en adelante). La estructura de este documento se describe a continuación:

- **Portada** (ver modelo en el anexo A.2).

- **Primera hoja** (ver modelo en el anexo A.3).

- **Índices**

  La MPFC debe contener los siguientes índices:

  - **Índice general:** tabla de contenidos del documento con número de página para cada sección del mismo. La MPFC debe contener, al menos, las siguientes secciones:

    - Introducción.
    - Desarrollo del calendario.
    - Descripción general del Proyecto.
    - Desarrollo del Proyecto.
    - Resumen.
    - Conclusiones.

    - Manual de Usuario.

- Manual de Instalación.

- Referencias.
- Anexos.

– **Índices de figuras y tablas:** indican el número, la descripción y la página en que aparece cada figura o tabla de la MPFC.

A continuación se describen las diferentes secciones que debe contener la MPFC:

• Introducción

Esta sección debe dar una visión global de toda la MPFC. Se compone de los siguientes apartados:

— Objetivos

Aparecen de manera explícita los objetivos que se pretenden cubrir con la realización del proyecto. A menudo, pueden diferenciarse un objetivo de carácter general cuya consecución requiere de una serie de objetivos específicos o secundarios. En cualquier caso, se sugiere que en este apartado aparezcan enumerados de forma concreta a fin de que el evaluador pueda analizar hasta qué punto el proyecto los aborda y cumple de forma satisfactoria.

— Alcance

Justificación del interés y/o la innovación que supone el proyecto, explicando el problema que se pretende resolver y los posibles campos de aplicación. En este apartado se incluirá:

— *Identificación del producto mediante un nombre*. Se identifica y se le da un nombre al producto o a los productos resultantes del proyecto.

— *Qué hace y qué no hace el producto*. Se explica qué hacen los productos resultantes del proyecto y qué no serán capaces de hacer.

— *Aplicaciones del software*: *beneficios, objetivos y metas*. Se detallan de manera precisa las posibles aplicaciones y beneficios del proyecto.

— Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Se incluye un glosario que contendrá una lista de definiciones de términos, acrónimos o siglas y abreviaturas particulares que se utilizan en el documento, y que convenga reseñar para facilitar su lectura y evitar ambigüedades. Toda esta información organizada y clasificada convenientemente, se podrá recoger también en uno o varios apéndices al final del documento.

– Visión general

En este apartado se describirá la organización y el contenido del resto de la MPFC.

• Desarrollo del calendario

Esta sección incluye una planificación temporal del desarrollo del proyecto (por ejemplo, mediante un diagrama de Gantt), seguimiento del desarrollo del proyecto y porcentaje de esfuerzo dedicado a las diferentes fases del proceso de desarrollo.

• Descripción general del proyecto

En esta sección se dará una visión general del proyecto, ampliando el contenido de la Introducción de la MPFC. Consta de los siguientes apartados:

— Perspectiva del producto

- *Indicar si el producto es independiente o forma parte de un sistema mayor*. Se especifica si el proyecto es independiente, es continuación de otro anterior o si se continuará el desarrollo en proyectos posteriores.
- *Interfaces de sistema*. Diferentes interacciones del sistema a desarrollar con otros sistemas.
- *Interfaces de usuario*. Características lógicas de la interfaz y se discutirán algunas cuestiones relativas a su optimización.
- *Interfaces hardware*. Descripción del modo de acceso y de comunicación del sistema con otros dispositivos hardware.
- *Interfaces software*. Propósito de la interfaz y su definición en cuanto a contenido y formato.
- *Interfaces de comunicaciones*.
- *Limitaciones de memoria*. Características especiales de memoria que debe tener el entorno en el que se utilice el sistema a desarrollar.
- *Operaciones*. Modos de operación de los distintos grupos de usuarios y las operaciones de copia de seguridad y recuperación.
- *Requisitos de adaptación a la ubicación*. Consideraciones relativas a la adaptación del sistema a su ubicación que no se hayan descrito en los subapartados anteriores.

— Funciones del producto

Contiene una descripción general de las funciones principales del PFC. Las funciones estarán organizadas de manera que se facilite la comprensión por parte del usuario.

— Características de los usuarios

En este apartado se indica el tipo de usuario al que se dirige el PFC: nivel de conocimientos, experiencia, etc.

— Restricciones generales

Se describen las restricciones generales que se deben tener en cuenta al realizar el proyecto, tales como el empleo de determinadas metodologías de desarrollo, lenguajes de programación, sistema operativo, normas particulares, restricciones de hardware, restricciones de seguridad, restricciones de protocolos de comunicación, etc.

— Suposiciones y dependencias

Se incluye cualquier factor que afecte a los requisitos.

— Requisitos para futuras versiones

Se incluye cualquier sugerencia para futuras versiones del sistema.

• Desarrollo del Proyecto

El contenido de esta sección se organizará según la modalidad del PFC: Proyecto de Desarrollo de Aplicaciones Software, Proyecto de Investigación, etc.

A continuación se detalla el contenido de esta sección para los Proyectos de Desarrollo de Aplicaciones Software:

• Proyecto de Desarrollo de Aplicaciones Software

Este tipo de proyectos consisten en llevar a cabo las actividades necesarias para realizar el análisis y especificación de los requisitos, diseño, codificación, integración, pruebas e instalación y aceptación de una aplicación software utilizando una determinada metodología de desarrollo de aplicaciones software.

Los apartados que integran esta sección son los siguientes:

— Metodología de desarrollo

En este apartado se especificará la metodología de desarrollo utilizada para desarrollar la aplicación software, así como las herramientas CASE que se hayan empleado.

Entre las principales metodologías de desarrollo de aplicaciones software que se utilizan actualmente se encuentran las siguientes:

- *Metodología Métrica V.3:* Metodología de planificación, desarrollo y mantenimiento de Sistemas de Información desarrollada por la Administración Pública española.

- *Rational Unified Process (RUP):* Proceso de desarrollo de sistemas orientados a objetos desarrollado por *Rational Rose.* El RUP se basa en el *Unified Process (UP)* y utiliza el *Unified Modeling Language (UML)* como notación.

— Especificación de los requisitos del sistema

Este apartado contiene una lista detallada y completa de los requisitos que debe cumplir el software (funciones, prestaciones, restricciones de diseño y atributos) y de los requisitos de las interfaces del software con el resto de los elementos del sistema y con el exterior. La especificación de los requisitos del sistema se hace a partir de la información obtenida mediante las técnicas de recogida de información (entrevistas, prototipado, etc.).

El contenido de este apartado, según el estándar IEEE Std. 830 IEEE (1998), debe ser el siguiente:

- *Requisitos de interfaces externas: interfaces de usuario, interfaces hardware, interfaces software e interfaces de comunicaciones.*

Incluye una descripción detallada de los requisitos de conexión a otros sistemas (hardware o software) con los que el sistema debe interactuar (bases de datos, protocolos, formatos de ficheros, sistemas operativos, etc.). También se detallarán los requisitos de interfaces de usuario incluyendo los prototipos de las pantallas y de los informes que el sistema deba generar.

- *Requisitos funcionales.*

Contiene una descripción detallada de las funciones del sistema. Los requisitos funcionales responden a la pregunta de qué debe hacer el sistema.

- *Requisitos de rendimiento.*

Se describen los requisitos del sistema relativos a su rendimiento (tiempos de respuesta, transacciones críticas, etc.).

- *Requisitos lógicos de la base de datos.*

Incluye una descripción de los requisitos lógicos de la información que se almacena en la base de datos (entidades de datos y sus relaciones, tipos de accesos a los datos, frecuencia de uso, etc.)

- *Restricciones de diseño.*

Contiene todas las restricciones que se hayan identificado y que afecten al diseño del sistema.

- *Atributos del sistema software.*

Incluye una especificación de las propiedades que debe tener el sistema a desarrollar: *fiabilidad, disponibilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad*.

- *Otros requisitos.*

Se incluirán todos los requisitos que, por su naturaleza, no se hayan podido incluir en los apartados anteriores.

— Análisis del Sistema

En el análisis del sistema, se realizan modelos que ayudan a analizar y especificar la función, información y el comportamiento del sistema.

A continuación se detalla una forma de especificar el modelo de análisis del sistema siguiendo un enfoque orientado a las funciones (enfoque estructurado) y un enfoque orientado a objetos utilizando la notación UML.

Enfoque orientado a funciones (enfoque estructurado):

- Modelo funcional:
  - Diagramas de flujos de datos.
  - Diccionario de datos.
  - Descripción detallada de las funciones.
- Modelo conceptual de datos:
  - Diagrama entidad/interrelación extendido.
  - Definición de entidades e interrelaciones.
- Modelo de comportamiento:
  - Diagramas de transición de estados.

Enfoque orientado a objetos (notación UML):

- Modelo de casos de uso:
  - Especificación de casos de uso.
  - Diagramas de casos de uso.
- Modelo conceptual de datos:
  - Diagrama de clases conceptuales (conceptos relevantes del mundo real).
- Modelo de comportamiento del sistema:
  - Diagramas de secuencia de sistemas.
  - Contratos de las operaciones del sistema.
- Modelo de estados:
  - Diagramas de estado.

— Diseño del Sistema

El diseño del sistema es la actividad de aplicar diferentes técnicas y principios con el propósito de definir un sistema con el suficiente detalle para que se pueda implementar. El

resultado del diseño es el diseño de la arquitectura del sistema software, diseño de la base de datos, diseño detallado de los programas y diseño de las interfaces.

A continuación se detalla una forma de especificar el diseño del sistema siguiendo un enfoque orientado a las funciones y un enfoque orientado a objetos utilizando la notación UML.

Enfoque orientado a funciones (enfoque estructurado):

- Arquitectura del sistema software.
- Diseño de la base de datos:
  - Diseño lógico de la base de datos.
  - Diseño físico de la base de datos.
- Diseño de arquitectura modular del sistema:
  - Diagramas de estructura de cuadros
  - Diseño de la interfaz intermodular.
- Diseño procedimental:
  - Diseño detallado de los programas.
- Diseño de interfaces:
  - Interfaces con sistemas externos.
  - Interfaces de usuario.

Enfoque orientado a objetos (notación UML):

- Arquitectura del sistema software.
- Diseño de la capa de gestión de datos.
- Diseño de la capa de dominio:
  - Diagrama de clases de diseño: describe las clases software y sus operaciones.
  - Diagramas de secuencia: definen la interacción entre las clases de objetos para responder a un evento externo.
  - Contratos de las operaciones: definen qué hacen las operaciones de las clases de objetos.
- Diseño de la capa de presentación.

• Codificación

Incluye un breve resumen de los aspectos más relevantes de la implementación de la aplicación software.

Los listados del código fuente utilizados u obtenidos como resultado del PFC se incluirán en el CDROM que contiene la documentación del PFC (véase el apartado 2.3 Documentación en CDROM).

• Pruebas y validación

La documentación de las pruebas es necesaria para una buena organización de las mismas. A continuación se indican los distintos documentos de trabajo de las pruebas, según el estándar IEEE Std. 829 IEEE (1998):

- *Plan de pruebas*: resultado de la fase de planificación de las pruebas.
- *Especificación del diseño de pruebas*: resultado de la fase de diseño de pruebas.
- *Especificación de los casos de prueba*: descripción de los casos de prueba identificados en la especificación del diseño de pruebas (datos de prueba, resultados esperados, etc.).
- *Especificación de los procedimientos de prueba*: descripción de los procedimientos de ejecución de los casos de prueba.
- *Documentación de la ejecución de las pruebas*: los documentos de especificación de los casos de prueba y de especificación de los procedimientos de prueba son los *documentos de entrada* de la ejecución de las pruebas. Cada ejecución de pruebas genera dos tipos de documentos:
  - *Histórico de pruebas*: documentar todos los hechos relevantes ocurridos durante la ejecución de las pruebas.
  - *Informe de incidentes ocurridos*: documentar cada incidente (por ejemplo, bloqueo de teclado, interrupción de las pruebas debido a un corte de electricidad, etc.) ocurrido durante la prueba y que requiera un estudio posterior.

• Resumen

Incluye un breve resumen de lo más destacable del trabajo realizado.

• Conclusiones

En este apartado se incluirá una valoración global del trabajo realizado en el PFC y, si procede, posibles mejoras, ampliaciones o trabajos relacionados que quedan por hacer y que tienen interés para el tema tratado.

• Manual de Usuario

El objetivo de este apartado es dar una visión global y amplia del sistema desarrollado y dar a conocer a los usuarios finales las características y las formas de uso del mismo. Por tanto, se describirán las funciones y forma de usar correctamente el sistema.

• Manual de Instalación

Incluye las instrucciones y procedimientos necesarios para la instalación y ejecución del sistema desarrollado.

El manual de instalación se incluirá en el CDROM que contiene la documentación del PFC (véase el apartado 2.3 Documentación en CDROM).

- **Referencias**

Contiene una lista de referencias bibliográficas que se citen explícitamente en el documento y la bibliografía consultada para la elaboración del proyecto. Así mismo, se incluyen las referencias a documentos electrónicos disponibles en Internet citados en el documento o consultados (véase el apartado *Lista de Referencias* del documento *Guía de estilo para la realización de un trabajo monográfico* elaborado por el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos).

- **Anexos**

Incluye toda aquella información complementaria que tenga relación con el proyecto pero que por su naturaleza no se ajusta al contenido de ninguno de los apartados anteriores, o que por su extensión no pueda aparecer en el cuerpo de la memoria, pero que es necesaria para la valoración del PFC. Pueden citarse, a modo de orientación y sin pretender ser exhaustivos, los siguientes:

- Entrevistas realizadas para la identificación de los requisitos del PFC.
- Documentos de partida (listados, formularios, etc.) que se han tenido en cuenta para determinar los requisitos del PFC.
- Información técnica sobre características de los equipos utilizados para la realización del PFC cuando ésta sea relevante.
- Detalles técnicos sobre la implementación del proyecto.
- Etc.

2.3. Documentación en CDROM

Junto con las copias impresas de la memoria del PFC se debe depositar una copia en formato electrónico de la misma grabada en CDROM, el cual debe ir rotulado en la carátula con los mismos datos que se incluyen en la portada de la MPFC: título del proyecto, nombre del alumno y curso académico.

El contenido del CDROM debe ser, al menos, la MPFC en un formato estándar imprimible (*Postscript* o *PDF*), los listados del código fuente (organizados en subdirectorios) utilizados u obtenidos como resultado del proyecto, y las instrucciones y procedimientos necesarios para su instalación, ejecución y comprobación. Opcionalmente, se podrán incluir también los ficheros fuente del texto de la memoria en el formato específico del procesador de textos utilizado.

3. Presentación y Defensa

La defensa del PFC, que tendrá carácter público, consistirá en la presentación del proyecto ante en Tribunal Evaluador, mediante una exposición de los objetivos, métodos, medios utilizados y resultados obtenidos, en relación con los que se especificaron al presentar la solicitud del PFC, y en la que se hagan constar los méritos y logros técnicos obtenidos por el alumno y su relación con las materias propias de la titulación.

Se recomienda al alumno la construcción de un documento que sea proyectable mediante medios electrónicos (HTML, herramientas de elaboración de presentaciones, etc.), y que, a modo de resumen, también podrá entregar al Tribunal antes de su presentación. También es interesante utilizar cuantos medios sean necesarios (demostraciones interactivas, vídeos, presentaciones multimedia, etc.) para que se demuestre la valía de los trabajos realizados de forma clara y sencilla. En particular, los colores y efectos de animación en las presentaciones deberán utilizarse en la medida en que contribuyan a la claridad de la exposición, evitando el abuso de los mismos. Aunque la imagen de un proyecto también es importante, puesto que el proyecto hay que hacerlo atractivo comercialmente, se tiene que procurar mantener y resaltar la calidad científico técnica del trabajo.

4. Bibliografía

- IEEE (1998). IEEE Std. 830-1998. Recommended Practice for Software Requeriments Specifications. IEEE Computer Society, 1998.

- IEEE (1998). IEEE Std. 829-1998. Standard for Software Test Documentation. IEEE Computer Society, 1998.

5. Anexos

A continuación se incluyen los modelos de Instancias y Documentos relacionados con la documentación del PFC referidos en este documento.

A.1 Solicitud del Proyecto Fin de Carrera

A.2 Modelo de Portada de la Memoria del Proyecto Fin de Carrera

A.3 Modelo de la primera hoja de la Memoria del Proyecto Fin de Carrera